

to be especially advantageous for the fine control of discrete movements of distal muscles of extremities. On the other hand, it may be suggested on analogy with the corticomotoneuronal connections that monosynaptic brain-stem-motoneuronal linkage is also essential for cerebral control of movements.

Выводы. В опытах на обезьянах, включая животных с перерезкой бульбарных пирамид, или с хроническим повреждением моторной коры, показано, что быстроп-

роводящие волокна руброспинального, ретикулоспинального и вестибулоспинального трактов вызывают моносинаптические ВПСР в поясничных альфа-мотонейронах.

A. I. SHAPOVALOV, G. G. KURCHAVYI,
O. A. KARAMJAN and Z. A. REPINA

*Laboratory of Physiology of Nerve Cell,
Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and
Biochemistry, Leningrad (USSR), 16 September 1970.*

Resorption von Serumproteinen in die Haemolymph bei Larven von *Hypoderma bovis* (De Geer) (Diptera, Hypodermatidae)

Proteine werden in der Regel bis in Aminosäuren zerlegt, bevor sie aus dem Darm resorbiert werden. Nur in wenigen Fällen scheint bei Insekten ein völliger Abbau der Proteine nicht stattzufinden^{1,2}. Ein Vergleich der Elektropherogramme der Haemolymph von *Hypoderma bovis* (De Geer) mit dem Serum ihrer Wirtstiere legte die Vermutung nahe, dass auch Dassellarven in der Lage sind, Proteine direkt in die Haemolymph aufzunehmen.

Material und Methoden. Für die Untersuchungen standen Larven des dritten Stadiums von *Hypoderma bovis*, die den Häuten gerade geschlachteter Rinder entnommen waren, zur Verfügung.

Die elektrophoretische Auftrennung von Rinderserum, Haemolymph, zerquetschtem Ovarium und Fettkörper sowie Darminhalt von Dassellarven wurde mit einer Mikrozonenelektrophorese-Apparatur (Fa. Beckmann) vorgenommen. Gleiche Mengen wurden auf die vorgepufferte Zelluloseazetatfolie aufgetragen. Die Trennung dauerte 15 min bei 250 mV konst. und pH 8,6 (Barbitursäure-Puffer). Die Anfärbung erfolgte mit Poinceau-S. Zur photometrischen Auswertung stand ein Analytrol (Fa. Beckmann) zur Verfügung.

Mit ¹³¹Jod markiertes Albumin (Originallösung 1:10 verdünnt mit physiologischer Ringerlösung) wurde mit etwas Bindegewebe aus der Cutis des Rindes an zehn *Hypoderma*-Larven verfüttert, die während des Versuchs bei 36–37°C einzeln in Glasröhrchen gehalten wurden. Nach 24 h wurde den Tieren Haemolymph und Mitteldarminhalt entnommen und in zwei Serien auf die Elektrophoresefolie aufgetragen. Nach der Auftrennung wurde die Folie halbiert, eine Serie wie üblich angefärbt, die andere zur Autoradiographie mit einem Röntgenfilm in Kontakt gebracht.

Ergebnisse. Das Elektropherogramm der Haemolymph von Dassellarven zeigt 3 deutliche Proteinfractionen, die mit 1, 2 und 3 in der Reihenfolge ihrer Wandergeschwindigkeit benannt wurden (Figur 1). Im Vergleich zum Elektropherogramm des Rinderserums fällt zunächst auf, dass Fraktion 1 die gleiche Wandergeschwindigkeit hat wie die Albuminfraction des Rinderserums. Fraktion 2 stimmt in der Wandergeschwindigkeit mit α-Globulin des Rinderserums überein. Die dritte Fraktion ähnelt in etwa der γ-Globulinfraktion des Rinderserums, ist jedoch nicht so deutlich vorhanden. Der Vergleich der Haemolymphproteine von *Hypoderma bovis* mit den Serumproteinen des Rindes stützt sich hier lediglich auf ihre elektrophoretischen Eigenschaften. Vergleicht man die prozentualen Anteile von Albumin und α-Globulin des Rinderserums mit den ähnlichen Haemolymphfraktionen 1 und 2 von *Hypoderma*, ergibt sich folgendes Verhältnis:

$$\frac{\text{Albumin}}{\alpha\text{-Globulin}} = \frac{76,92}{23,08} \quad \frac{\text{Haemolymphfraktion 1}}{\text{Haemolymphfraktion 2}} = \frac{15,04}{84,96}$$

Das Mengenverhältnis ist also in etwa umgekehrt.

Im Gegensatz zu anderen vergleichbaren Fliegen werden bei *Hypoderma* die Ovarien schon während der Larvalentwicklung angelegt³. Die elektrophoretische Untersuchung von zerquetschten Ovarien zeigte das gleiche Proteinspektrum wie von Haemolymph (Figur 1). Auch im Fettkörper liessen sich die Fraktionen 1 und 2 nachweisen.

Soll tatsächlich eine Resorption von Serumproteinen stattfinden, müssen diese auch im Mitteldarm vorhanden sein. Figur 2 zeigt die Elektropherogramme aus 3 aufeinanderfolgenden Mitteldarm- und 2 Enddarmabschnitten desselben Tieres. Die Gesamtproteinmenge nimmt im Verlaufe der Darmpassage ab. Besonders deutlich ist im gesamten Darmtrakt die Albumin-ähnliche Fraktion 1

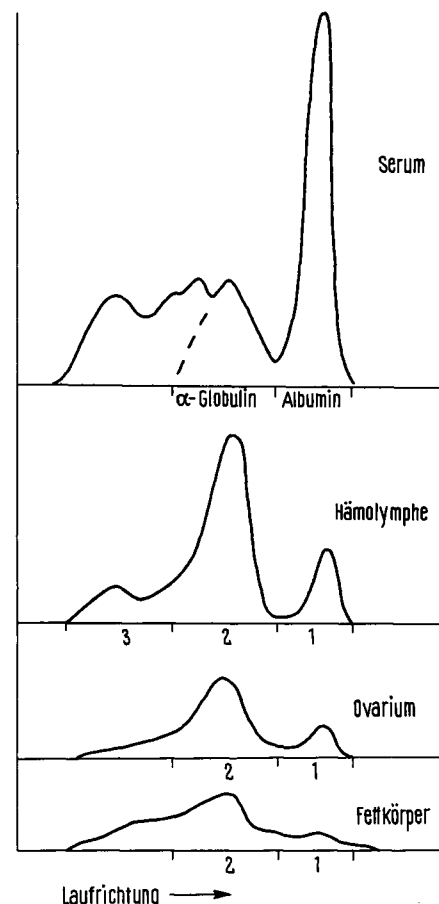


Fig. 1. Elektropherogramm von Rinderserum sowie Haemolymph, Ovarium und Fettkörper von *Hypoderma bovis*.

zu erkennen. Die zweite, grössere Fraktion, die mit der Fraktion 2 der Haemolympe nicht identisch ist, wird während der Darmpassage immer kleiner. Man erkennt, dass sie die α -Globulin-ähnliche Fraktion überdeckt hat, die im Enddarm deutlich zutage tritt. Eine Veränderung der Proteinfractionen während der Enddarpassage ist nicht festzustellen.

Um die aus diesen Ergebnissen geschlossene Fähigkeit zur Proteinresorption experimentell nachzuprüfen, wurde radioaktiv markiertes Albumin an *Hypoderma*-Larven verfüttert und in den Tieren autoradiographisch verfolgt.

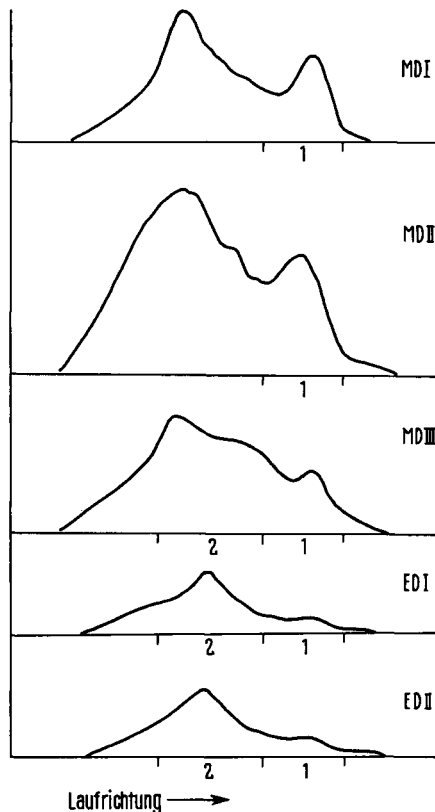


Fig. 2. Elektropherogramm von drei aufeinander folgenden Mitteldarmabschnitten (MDI, MDII, MDIII) und zwei Enddarmabschnitten (EDI, EDII).

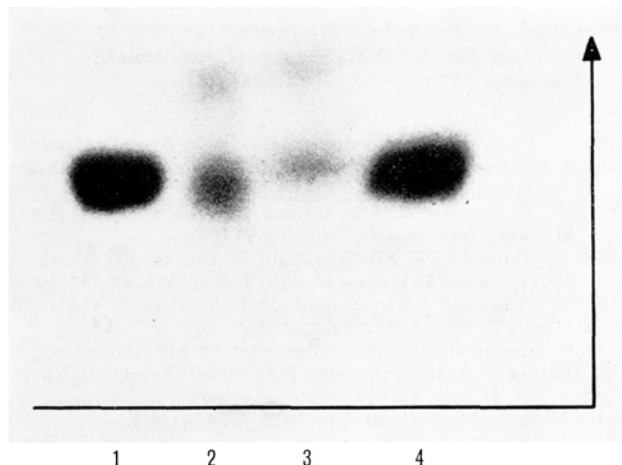


Fig. 3. Autoradiographie eines Elektropherogramms. Angegeben sind Startlinie und Laufrichtung (Pfeil). 1, 4, 125 I-Albumin als Vergleichssubstanz; 2, Mitteldarminhalt; 3, Haemolympe.

Das Autoradiogramm (Figur 3) zeigt sowohl im Mitteldarm wie in der Haemolympe zwei radioaktive Fraktionen, von denen eine in ihrer Wandergeschwindigkeit dem Albumin entspricht, die andere mit grösserer Wandergeschwindigkeit ein Abbauprodukt des Albumins zu sein scheint.

Diskussion. Die Ähnlichkeit der Proteinfractionen der Haemolympe von *Hypoderma bovis* und Rinderserum lässt zwei Deutungen zu. Entweder werden die Serumproteine – wenigstens teilweise – resorbiert, oder es werden in der Haemolympe Proteine mit den gleichen elektrophoretischen Eigenschaften aufgebaut. Für die erste Möglichkeit spricht die Tatsache, dass das Elektropherogramm der Haemolympe der Dassellarven mit dem des Rinderserums mehr Ähnlichkeit hat als mit denen anderer Insektenhaemolymphen. CHEN und LEVENBOOK⁴ betonen z. B. ausdrücklich, dass *Phormia regina* (Meig.) (Calliphoridae) keine Albumin vergleichbare Proteinfraction in der Haemolympe besitzt. Auch die Radioisotopenversuche sprechen für diese Deutung.

Die Schwierigkeiten, die einer Resorption von Proteinen im Wege stehen, sind Unverträglichkeitsreaktionen des Körpers gegen artfremdes Eiweiss. Dass Proteine aus der Haemolympe oder dem Fettkörper zum Aufbau anderer Organe direkt benutzt werden können, ist weniger erstaunlich und auch von anderen Insekten bereits bekannt, z. B. von *Phormia regina*⁵.

Im Mitteldarm werden die Serumproteine zunächst durch andere, vermutlich Nahrungsproteine, aus dem Bindegewebe der Rinder-cutis überdeckt. Die grosse Proteinfraction des Mitteldarminhalts wird sicherlich proteolytisch abgebaut, da sie in der Haemolympe nicht auftritt. Ob die Resorption von Proteinen auch im Enddarm stattfindet, erscheint fraglich, da die Proteinfractionen im Laufe der Enddarpassage nicht abnehmen.

Die Fähigkeit, den komplizierten Proteinabbau und die sehr energieverbrauchende Proteinsynthese nach Resorption der Aminosäuren aus dem Mitteldarm zu umgehen und stattdessen ganze Proteine aus der Nahrung direkt aufnehmen zu können, ist aus energetischen Gründen ein grosser Vorteil. Durch sie wird auch die ausserordentlich rasche Gewichtszunahme der Dassellarven während der kurzen Zeitspanne des 2. und 3. Larvenstadiums erklärlich⁶. Interessant sind in diesem Zusammenhang auch die Befunde über den Transport von Proteinmolekülen aus der Haemolympe in den Speichel bei pflanzenausaugenden Wanzen^{7,8}.

Summary. By electrophoresis it became obvious that larvae of *Hypoderma bovis* are able to take up complete proteins from their host's serum directly into the haemolymph, fatbody and ovarium. This could be proved by experiments with radioactive albumin.

G. NOGGE⁹

Institut für Angewandte Zoologie der Universität Bonn,
An der Immenburg 1, D-53 Bonn (Deutschland),
30. November 1970.

¹ V. B. WIGGLESWORTH, Proc. R. Soc. London, Series B 113, 313 (1943).

² K. N. SAXENA, J. zool. Soc. India 6, 111 (1954).

³ G. NOGGE, Dipl.-Arb. Math.-Nat. Fak., U. Bonn (1967).

⁴ P. S. CHEN und L. LEVENBOOK, J. Insect Physiol. 12, 1595 (1966).

⁵ P. S. CHEN und L. LEVENBOOK, J. Insect Physiol. 12, 1611 (1966).

⁶ G. NOGGE, Oecologia 4, 381 (1970).

⁷ P. W. MILES und D. SLOVIK, Experientia 26, 611 (1970).

⁸ Durchgeführt mit Hilfe einer Herrn Prof. Dr. W. KLOFT zur Verfügung stehenden Sachbeihilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

⁹ Gegenwärtige Adresse: Zoologisch-Parasitologisches Institut der Universität Kabul (Afghanistan).